

Quality characteristics of *Doenjang* prepared with sweet potato

Su-Jin Cha, Sao-Ra Park, Dong-Han Kim *

Department of Food and Nutrition, Mokpo National University, Muan 58554, Korea

고구마를 이용한 된장의 품질 특성

차수진 · 박서라 · 김동한*

목포대학교 식품영양학과

Abstract

The effect of sweet potato on the quality of *Doenjang* was investigated during fermentation. Viable cells of yeast decreased gradually after 4 weeks of fermentation, but those of aerobic bacteria increased in the late stage. Amylase activity of *Doenjang* was higher in the late stage of fermentation, while neutral protease maintained high activity during fermentation. Hunter L and b values of *Doenjang* decreased gradually during fermentation, while a value was increased. The pH of *Doenjang* decreased gradually until 10 weeks of fermentation, and the titratable acidity was low in the sweet potato added groups. The acid value was low in the *Shinyulmi* sweet potato added *Doenjang*. Water activity and oxidation-reduction potential of *Doenjang* decreased during fermentation. Reducing sugar of *Doenjang* decreased in the middle stage of fermentation, and it was low in sweet potato added groups. The alcohol content of *Doenjang* decreased after 2 weeks of fermentation. Amino and ammonia-type nitrogen of *Doenjang* increased during fermentation and reached the maximum after 10 and 12 weeks of fermentation, respectively. After 12 weeks fermentation, 8% of *Shinyulmi* sweet potato added *Doenjang* was more favorable taste, flavor and overall acceptability ($p < 0.05$) than the control or the *Yeonwhangmi* sweet potato added groups.

Key words : *Doenjang*, sweet potato, physiochemical property

서 론

된장은 우리나라 고유의 전통발효식품으로 콩을 주원료로 하여, 곡류 위주의 식생활에서 부족 되기 쉬운 단백질 함량이 높고 독특한 풍미를 가져 영양학적으로 우수한 조미식품이다. 된장의 제조방법은 메주를 이용하여 간장을 제조한 후 고형분을 이용하여 제조하는 전통식과 밀 등 곡류에 국균인 *Aspergillus oryzae*를 접종한 *koji*를 이용하여 대두를 발효·숙성시키는 개량식으로 구별되며 맛과 품질 특성에서 큰 차이가 난다(1). 된장의 소비도 생활양식의 변화와 핵가족화, 편리성을 추구하는 소비자의 욕구변화로 전통식

대신 공장에서 생산되는 개량식 된장의 수요가 점점 증가되고 있다. 최근에는 웰빙을 추구하는 소비자의 요구에 맞추어 된장 담금시 표고버섯(2)이나 녹차(3), 고추씨(4) 등 부재료를 첨가하여 품질과 기능성을 향상시키려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 된장은 담금 재료의 종류(5)와 그 배합비율(6), *koji* 종류(7-9), 소금의 종류와 첨가농도(10,11) 등에 따라 발효 숙성 중에 성분조성과 맛 등 품질에 많은 차이가 있다. 전통식 된장은 *Bacillus sp.* 등 미생물이 발효 중에 향기와 성분변화에 관여되며(12,13), 개량식 된장 제조에도 전통식 방법을 혼용하여 절충식으로 제조하거나 국균 *koji*의 일부를 *Rhizopus oryzae koji*로 대체한 된장(14)이 시도되었다. 또한 된장은 변색이 품질 저하의 주요요인이 되기 때문에 숙성 중 갈변의 원인(15)과 갈변억제제의 효과(16), 갈변억제제의 첨가시기(17) 등 저장 중 품질변화에 관한 연구(18)가 보고된 바 있다.

한편 고구마는 메꽃과의 다년생 식물로 단위면적당 수확량이 많을 뿐 아니라 최근에는 건강 대용식으로 소비가

*Corresponding author. E-mail : dhankim@mokpo.ac.kr
Phone : 82-61-450-2524, Fax : 82-61-450-2529
Received 9 February 2017; Revised 16 March 2017; Accepted 16 March 2017.
Copyright © The Korean Society of Food Preservation. All rights reserved.

증가되고 있다(19). 고구마의 주요 기능성으로는 비타민 A의 항암작용과 비타민 E의 항산화작용, 식이섬유의 변비 해소, 칼륨과 칼슘의 혈압강화와 출혈방지, 안토시아닌 색소의 기능성 등이 보고되어 있다(20).

따라서 고구마는 생식으로 이용되는 이외에도 웰빙을 표방하는 소비자들의 욕구증가로 민속주와 목, 면류, 당면, 음료, 제과·제빵, 떡(21), 양갱, 요구르트, 된장(22) 등의 식품가공의 재료로 그 활용도가 점점 늘어나고 있다. 이에 본 연구에서는 고구마의 특성과 가공적성을 활용하기 위하여 된장 담금시 소맥분 대신 일부를 밤고구마와 호박고구마로 대체하여 된장을 제조하고, 고구마가 된장 발효 중의 미생물상 및 이화학적 품질특성에 미치는 영향을 비교 검토하였다.

재료 및 방법

재 료

된장 제조에 사용한 고구마는 밤고구마로 신율미(SYM)와 호박고구마로 연향미(YWM) 품종(무안황토고구마유통센터)을, 대두는 백태, 밀가루는 우리밀을 농협 하나로마트에서 구입하여 사용하였다. *Koji*는 토박이순창식품(주)에서 밀가루로 제조한 *Aspergillus oryzae koji*와 대두로 만든 청국장 *koji*를 혼합하여 사용하였고, 식염은 천일염(NaCl 80% 이상, Chungjungone, Seoul, Korea), 알코올은 무수 알코올(순도 99.8%, Baker, Deventer, Netherlands)을 사용하였다.

된장의 제조

된장 제조시 원료 처리로 고구마와 대두는 수세·침지한 후 물빼기를 하였고, 밀가루는 물을 20% 혼합 첨가한 후 각각 1.2 kg/cm² 압력으로 1시간 증자하였다. 된장의 제조는 Table 1과 같은 비율로 대조구의 소맥분 대신 고구마를 4%, 8% 되게 혼합하여 소맥분 *koji*량을 조절하였으며, 식염(9%)과 알코올(3%, w/w)을 혼합한 후 chopper로 마쇄하여 5 L의 플라스틱 용기에 담아 20°C에서 12주간 발효시켰다.

생균수와 효소활성도

된장의 호기성세균수는 tryptic soy agar, 통성 혐기성세균은 APT agar를 사용하여 평판도말한 후 1.5% agar액을 증충하여 배양하였고, 효모는 rose bengal agar 배지를 사용하여 평판도말법으로 30°C에서 1-3일간 배양한 후 계수하였다(23). 효소액은 된장 5 g을 증류수로 희석하여 100 mL로 정용하고 실온에서 2시간 진탕추출한 후 동양여지 No. 2로 여과하여 조효소액으로 하였다. 효소활성도는 α -amylase의 경우 blue value 변법(24)에 준하여 측정 후 반응 10분 전후의 흡광도 차이에 희석배수를 곱하여 활성도를 표시하였고, β -amylase는 Fuwa의 방법(24)에 준하여 된장 1 g에서 1시간 반응 후 생성되는 환원당을 DNS법으로 정량하여 1 μ M의 glucose 양을 1 unit로 하였다. 단백질 분해력은 Anson의 방법(25)에 준하여 pH 3.0, 6.0(편의상 산성, 중성 protease로 함)으로 구별하여 측정 후 활성도는 된장 1 g에서 30분에 생성하는 1 μ M의 tyrosine 양을 1 unit로 나타냈다.

일반성분

된장의 일반성분은 기준미증분석법(26)에 준하여 수분은 105°C 상압가열건조법, pH는 pH meter(Onion 520A+, Beverly, MA, USA)로 직접 측정하였고, 적정산도는 0.1 N NaOH를 이용하여 pH 8.3까지 적정법으로, 환원당은 DNS법, 알코올은 산화법, 아미노산성 질소는 Formol적정법, 암모니아성 질소 함량은 Folin법으로 정량하였다. 산가는 된장 2.5 g을 삼각 flask에 취하고 ether-ethanol 혼합액(1:2) 100 mL를 넣어 자석교반기로 10분간 용출시킨 후 phenolphthalein을 지시약으로 0.1 N ethanol성 KOH 용액으로 적정하여 그 소비량으로 계산하였고(8), 산화환원전위(Oxidation-reduction potential, ORP)는 된장을 2배 희석한 후 ORP meter(Onion 525A+, Beverly, MA, USA)를 이용하여 직접 측정하였다. 수분활성도는 Novasina LabSwift-Aw(CH-8853, Novasina AG, Lachen, Switzerland)로, 색도는 색차계(Chromameter CR-200, Minolta, Osaka, Japan)로 측정하여 Hunter scale에 의해 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값으로 표시하였다.

Table 1. Mixing ratio of raw materials for preparation of *Doenjang*

(unit: g)

	Sweet potato	Soybean <i>koji</i>	Wheat <i>koji</i>	Soybean	Wheat flour	Salt	Water	Ethanol
Control	0	600	600	1150	200	450	1850	150
SYM ¹⁾ 4	200	600	600	1150	0	450	1850	150
SYM8	400	600	400	1150	0	450	1850	150
YWM ²⁾ 4	200	600	600	1150	0	450	1850	150
YWM8	400	600	400	1150	0	450	1850	150

¹⁾SYM, *Shinyulmi* sweet potato added *Doenjang*.

²⁾YWM, *Yeonwhangmi* sweet potato added *Doenjang*.

관능검사

12주간 발효시킨 된장을 20명의 식품영양학과 학생들을 대상으로 맛과 향기, 색, 종합적인 기호도를 최고 7점 최저 1점의 7단계의 채점법으로 평가하여 얻은 점수를 SPSS/PC package 23.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 분산 분석을 하고 Duncan's multiple range test에 의해 $p < 0.05$ 수준에서 통계처리 하였다.

결과 및 고찰

미생물상

된장은 발효과정에서 미생물의 증식에 의한 원료성분의 분해와 대사산물에 의하여 맛과 향기성분 등 품질에 중요한 영향을 준다. 된장 발효 중 미생물상의 변화는 Table 2와 같이 유의적인 차이는 없으나 효모수는 발효 4주까지 근소하게 증가하였으나 8주 이후에는 감소하여 12주에 $2.63\text{--}3.33 \log \text{CFU/g}$ 수준이었고, 호기성 세균은 담금 시 청국장 *koji*를 혼합한 관계로 $8.75\text{--}8.91 \log \text{CFU/g}$ 으로 국균 *koji*만을 사용한 된장(4)의 $10^7\text{--}10^8 \text{CFU/g}$ 보다 많았으나 발효 중에 조금 감소하다가 12주에 증가하는 경향이였다. 혐기성 세균은 호기성 세균과는 달리 8주경에 증가하였다가 그 이후에 감소하는 경향을 보였으며, 세균수는 발효 8주를 제외하고는 호기성 세균수에 비하여 $1 \log \text{CFU/g}$ 정도 적었다. 시험구간에는 특징적인 차이는 없었고 발효중 미생물수의 변화도 적었다. 이러한 결과는 저식염 된장에서 효모수가 대조구는 발효 6-8주에 10^6CFU/g 이었으나 알코올이나 겨자, 마늘 등 항균물질을 첨가한 경우 10^3CFU/g 으로 저하

되었고 국균만을 이용한 개량식이 메주를 이용한 전통식 된장에 비하여 세균수가 적었던 보고(10)와 유사한 경향이였다. 따라서 된장 담금 시 알코올을 3% 첨가하면 발효 중 이상발효의 원인이 되는 효모의 증식이 효과적으로 조절되는 것으로 판단되었다. 그러나 본 실험 된장의 발효 기간 중 효모수는 30일에 $3.78\text{--}3.98 \log \text{CFU/g}$ 이었던 전통식 된장(2)에 비하여 많았으나, 공장식의 경우 30일 발효 후 효모수가 $3.9 \times 10^6 \text{CFU/g}$ 이었던 보고(18)에 비하여 효모수는 적어 차이가 있었다.

효소활성도

발효 중 원료성분을 분해하여 단맛과 구수한 맛 생성에 중요한 효소활성의 변화는 Table 3과 같이 α -amylase와 β -amylase 모두 발효 4주까지 높은 활성을 유지하였으나 8주경에 급격히 감소하여 낮은 활성을 보이다가 12주에는 증가하는 경향이였다. Protease는 Table 4와 같이 산성 protease 활성은 담금 직후에 제일 높았고 4주에 급격히 저하하여 8주까지 낮은 활성을 보였으나 그 이후에 다시 증가하는 경향이였다($p < 0.05$). 그러나 중성 protease 활성은 산성 protease와는 달리 담금 직후에는 낮았으나 4주에 급격히 증가한 후 서서히 감소하는 경향으로 발효 전 기간 동안 비교적 높은 활성을 유지하여, 단백질 분해는 Fig. 1에서 보는바와 발효 중 pH가 6 전후이기 때문에 주로 중성 protease에 의하여 속성이 진행되는 것으로 판단되었다. 이러한 결과는 전통식 된장이 발효 30일까지 amylase와 protease 활성이 증가하다가 발효가 진행되면서 감소되었고(2) 및 *Aspergillus oryzae koji*를 이용한 개량식 된장에서 β -amylase와 중성 protease는 각각 담금 10일과 30일에 높은

Table 2. Changes in viable cell counts of microorganism of *Doenjang* during fermentation at 20°C

(unit: log CFU/g)

Fermentation period (week)	<i>Doenjang</i> ¹⁾					
	Control	SYM4	SYM8	YWM4	YWM8	
Yeast	0	4.71±0.36 ²⁾	4.92±0.61	4.98±0.50	4.39±0.28	4.53±0.51
	4	4.90±0.55	4.97±0.41	5.11±0.30	5.25±0.24	4.90±0.59
	8	4.25±0.43	4.12±0.50	4.28±0.20	4.24±0.42	4.51±0.40
	12	2.63±0.12	2.98±0.50	2.69±0.52	3.08±0.30	3.33±0.44
Aerobic bacteria	0	8.75±0.50	8.82±0.31	8.91±0.46	8.91±0.41	8.86±0.51
	4	7.75±0.39	7.67±0.36	7.78±0.21	7.61±0.50	7.73±0.52
	8	7.25±0.24	7.95±0.64	7.49±0.44	7.53±0.60	7.10±0.40
	12	8.46±0.45	8.13±0.62	8.59±0.50	8.25±0.25	7.91±0.58
Anaerobic bacteria	0	7.76±0.63	7.51±0.74	7.81±0.31	7.71±0.30	7.77±0.55
	4	6.84±0.42	6.58±0.50	6.63±0.37	6.51±0.40	6.71±0.20
	8	7.22±0.41	7.28±0.38	7.11±0.23	6.85±0.50	7.15±0.47
	12	6.41±0.40	6.58±0.27	6.89±0.50	6.51±0.30	6.28±0.41

¹⁾SYM, *Shinyulmi* sweet potato added *Doenjang*; YWM, *Yeonwhangni* sweet potato added *Doenjang*.

²⁾Values are mean±SD (n=3).

활성을 보였던 보고(6)와 유사한 경향이였다. 또한 amylase와 protease 모두 고구마 종류에 따라 유의적인 차이는 없었으나($p < 0.05$) 고구마 8% 첨가구가 4%구에 비하여 담금 시 국균 *koji* 첨가 비율이 낮았던 관계로 발효 초기에는 효소활성이 낮았으나 후기에는 미생물의 증식에 의해 생성되는 효소의 영향 때문에 큰 차이가 없어 Bae 등(22)의 보고와 유사하였다. 한편 효소활성을 Table 2의 생균수와 비교하면 amylase와 산성 protease 활성은 호기성 세균수가 높았던 담금 직후와 발효 12주에 효소 활성도가 높아 생균수와 효소활성도는 유사한 경향이였으나, 중성 protease와는 차이가 있었다. 이것으로 미루어보아 된장 발효 중 효소활성은 생균수보다는 세균의 종류에 따라 차이가 있는 것으로 판단되었다.

색 도

된장 품질요소로 중요한 색의 변화를 색도계로 측정한 결과는 Table 5와 같이 발효가 진행되면서 밝기인 L 값은 저하되었고 적색도인 a 값은 증가하였으며 이러한 변화는 발효 4주 이내에서 크게 변하였다. 황색도인 b 값은 이와는 달리 발효 4주까지는 큰 차이가 없었으나 그 이후에 저하하는 경향이였다. 시험구간에는 밤고구마(SYM)를 혼합한 된장이 호박고구마(YWM)를 혼합한 구에 비하여 발효 후기에 L과 b 값이 높아 밝은 색을 띄는 경향이였다($p < 0.05$). 이러한 결과는 보리된장 제조시 두유박의 혼합비율이 증가하면 L과 b 값이 증가하고 a 값이 저하되었던 보고(5)와는 차이가 있었다. 그러나 30일간 숙성시킨 개량식 된장에서 L과 a, b 값이 각각 44.5-45.2, 6.2-7.2, 15.4-15.6이었고(18),

Table 3. Changes in amylase activity of *Doenjang* during fermentation at 20°C

Fermentation period (week)		<i>Doenjang</i> ¹⁾				
		Control	SYM4	SYM8	YWM4	YWM8
α-Amylase	0	11.17±1.58 ²⁾	11.13±1.35	10.47±1.55	11.84±1.50	10.43±1.76
	4	21.67±2.00	21.63±0.63	20.10±0.20	26.50±3.75	22.66±2.30
	8	4.80±1.70	6.70±4.10	4.84±1.65	5.20±3.10	7.70±2.26
	12	26.37±2.61	22.02±3.00	22.33±1.55	24.87±2.05	27.56±1.40
β-Amylase	0	1,752.6±75.9	1,738.7±72.7	1,663.1±91.8	1,692.4±72.3	1,674.0±91.4
	4	1,792.7±50.2 ³⁾	1,922.5±13.0 ^a	1,911.6±8.1 ^a	1,894.9±57.3 ^a	1,841.3±16.0 ^b
	8	313.2±58.0 ^b	353.7±85.4 ^b	333.7±9.6 ^b	459.0±10.0 ^a	373.9±21.3 ^{ab}
	12	1,301.4±98.3	1,447.2±87.7	1,468.7±80.3	1,614.3±10.5	1,517.6±12.5

¹⁾SYM, *Shinyulmi* sweet potato added *Doenjang*, YWM, *Yeonwhangmi* sweet potato added *Doenjang*.

²⁾Values are mean±SD (n=3).

³⁾Means with same letter in row are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

Table 4. Changes in protease activities of *Doenjang* during fermentation at 20°C

Fermentation period (week)		<i>Doenjang</i> ¹⁾				
		Control	SYM4	SYM8	YWM4	YWM8
Acidic protease	0	8.06±0.45 ^{2)bc3)}	9.21±0.22 ^a	8.57±0.28 ^{ab}	7.31±0.29 ^{cd}	6.90±0.70 ^d
	4	1.13±0.13 ^c	2.89±0.52 ^a	2.52±0.99 ^{ab}	1.63±0.03 ^{bc}	1.76±0.13 ^{bc}
	8	0.55±0.15	0.43±0.29	0.76±0.15	0.59±0.06	0.43±0.18
	12	2.39±0.16 ^{bc}	4.16±0.73 ^{ab}	2.02±0.51 ^c	3.53±1.26 ^{ab}	4.74±0.53 ^a
Neutral protease	0	1.76±0.13	1.88±0.14	1.63±0.09	1.97±0.22	1.51±0.28
	4	8.45±1.51	8.70±1.92	9.59±2.28	9.41±2.10	6.28±0.83
	8	5.13±1.44	6.38±1.10	6.77±0.94	7.00±0.62	7.38±0.62
	12	5.39±1.25 ^a	2.93±0.12 ^c	3.37±0.39 ^{bc}	4.80±0.87 ^{ab}	4.53±0.40 ^{ab}

¹⁾SYM, *Shinyulmi* sweet potato added *Doenjang*, YWM, *Yeonwhangmi* sweet potato added *Doenjang*.

²⁾Values are mean±SD (n=3).

³⁾Means with same letter in row are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

숙성 중에 갈변으로 L 값이 감소되었던 보고(17)와 유사한 경향이였다. 한편 된장은 Maillard 반응에 의한 갈변으로 명도가 저하되고 색이 진해져 상품성이 떨어지나 발효 중에 생성되는 oxalic acid 등 유기산이 발효 초기의 pH를 낮추어 갈변을 억제(17)하는 것으로 보고된 바 있다.

pH와 적정산도

된장 발효 중 미생물의 대사산물과 밀접한 관련이 있는 pH와 적정산도의 변화는 Fig. 1과 같이 pH는 발효가 진행되면서 서서히 저하하여 10주에 pH 5.85-5.92에 달하였으나 12주에는 조금 상승하였다. 한편 주 등(7)은 15일 숙성시킨 된장의 pH는 5.91-6.46으로 메주 종류에 따라 된장의 pH는

차이가 있었고 개량식 메주에 납두를 혼합할수록 pH는 높았다고 보고하였다. 적정산도는 발효가 진행되면서 당류가 분해되어 유기산으로 변환되고 glutamic acid, aspartic acid 등 유리 아미노산이 생성되기 때문에(11) 발효 중에 점진적으로 증가되었으나 8주 이후에는 감소하였다. 시험구간에는 근소하지만 고구마 첨가 된장이 발효 후기에 산도가 낮았는데 이는 고구마가 소맥분보다 단백질이 적어 발효 분해산물에 의한 완충능이 적기 때문인 것으로 판단되었다. 또한 적정산도는 총세균수보다는 젖산균의 증식과 효모에 의해 생성된 알코올이 초산으로 산화되어 증가되는 것으로 보고(10)된 바 있다.

Table 5. Changes in Hunter's color value of *Doenjang* during fermentation at 20°C

Color value	Fermentation period (week)	<i>Doenjang</i> ¹⁾				
		Control	SYM4	SYM8	YWM4	YWM8
L	0	50.88±1.83 ²⁾	57.72±3.16	51.24±1.32	52.40±3.17	52.51±3.90
	4	43.52±1.57	44.27±2.67	44.53±2.74	42.09±0.66	42.82±1.98
	8	39.49±2.35	40.86±1.46	40.65±1.49	39.56±2.12	39.56±2.16
	12	36.22±0.16 ^{3)ab}	37.90±0.49 ^{ab}	39.16±0.61 ^a	36.28±1.42 ^b	36.28±0.91 ^b
a	0	2.42±0.31	2.73±0.27	2.87±0.42	3.15±0.30	3.25±0.26
	4	5.32±0.42	5.07±0.68	4.76±0.41	5.12±0.61	5.28±0.27
	8	5.86±0.64	5.91±0.69	5.83±0.68	6.11±0.26	6.10±0.53
	12	6.98±0.69	6.40±0.58	6.73±0.21	7.07±0.75	6.62±0.32
b	0	21.54±0.52 ^c	22.36±0.64 ^{bc}	22.05±0.54 ^c	23.71±0.48 ^a	23.21±0.71 ^{ab}
	4	21.46±0.22	21.71±0.61	21.83±0.64	21.04±0.33	22.04±0.75
	8	18.09±0.30 ^c	18.20±0.11 ^c	18.67±0.22 ^{bc}	19.39±0.66 ^{ab}	19.37±0.25 ^a
	12	16.54±0.61 ^b	17.46±1.20 ^{ab}	18.76±0.32 ^a	16.68±0.30 ^b	16.65±0.71 ^b

¹⁾SYM, *Shinyulmi* sweet potato added *Doenjang*, YWM, *Yeonwhangmi* sweet potato added *Doenjang*.

²⁾Values are mean±SD (n=3).

³⁾Means with same letter in row are not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

Table 6. Changes in moisture content and acid value of *Doenjang* during fermentation at 20°C

	Fermentation period (week)	<i>Doenjang</i> ¹⁾				
		Control	SYM4	SYM8	YWM4	YWM8
Moisture (%)	0	51.22±0.04 ^{2)c3)}	52.68±0.08 ^b	54.07±0.11 ^a	52.82±0.03 ^b	53.14±0.59 ^b
	4	52.93±0.06 ^c	54.62±0.03 ^d	56.29±0.14 ^b	54.83±0.12 ^c	56.48±0.12 ^a
	8	53.10±0.09 ^c	55.24±0.14 ^b	56.23±0.13 ^a	55.19±0.15 ^b	56.46±0.23 ^a
	12	52.64±0.13 ^c	53.95±0.05 ^d	55.54±0.16 ^b	54.30±0.25 ^c	55.99±0.11 ^a
Acid value (mg/g)	0	14.34±0.80 ^b	13.66±0.51 ^b	14.56±0.50 ^{ab}	15.46±0.23 ^a	14.11±0.60 ^b
	4	19.04±0.43 ^b	20.38±0.14 ^a	19.26±0.06 ^b	18.37±0.26 ^c	19.49±0.50 ^b
	8	21.50±0.42 ^a	21.53±0.42 ^a	20.16±0.60 ^b	20.83±0.48 ^{ab}	21.28±0.41 ^a
	12	20.61±0.29 ^c	22.85±0.32 ^a	21.73±0.30 ^b	21.28±0.27 ^b	19.94±0.43 ^d

¹⁾SYM, *Shinyulmi* sweet potato added *Doenjang*, YWM, *Yeonwhangmi* sweet potato added *Doenjang*.

²⁾Values are mean±SD (n=3).

³⁾Means with same letter in row are not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

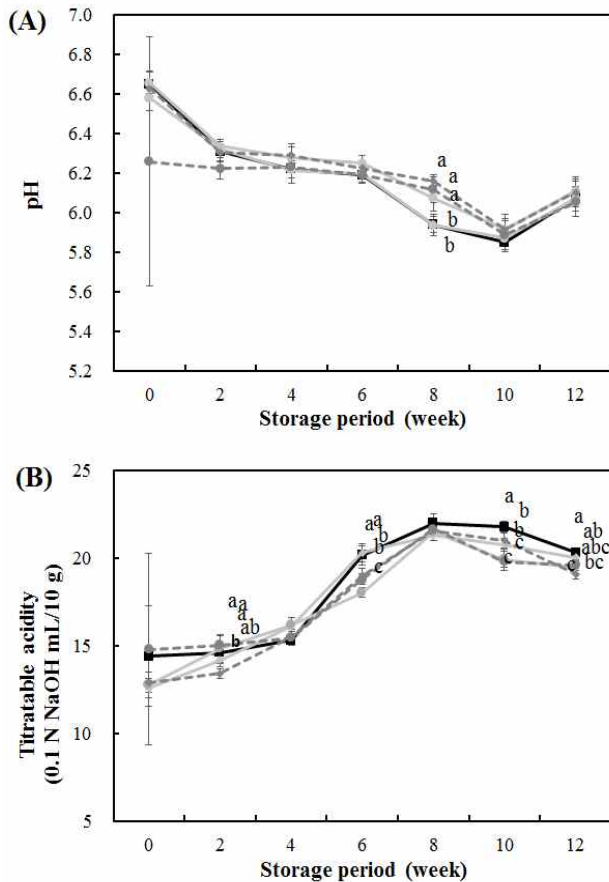


Fig. 1. Changes in pH and titratable acidity of *Doenjang* during fermentation at 20°C.

— Control — SYM4 — SYM8 - - - YWM4 - - - YWM8
 SYM, *Shinyulmi* sweet potato added *Doenjang*, YWM, *Yeonwhangmi* sweet potato added *Doenjang*.

수분과 산가

된장의 발효 중 수분함량 변화는 Table 6과 같이 발효가 진행되면서 8주까지는 근소하게 증가하였으나 그 이후에는 감소하였다. 발효 중에 수분의 증가는 원료성분이 가수분해 되어 수용성 물질이 증가되었기 때문이다(3). 시험구 간에는 고구마의 수분함량이 밀가루보다 많았기 때문에 고구마 8% 첨가구가 4% 첨가구보다 된장의 수분함량이 유의적으로 많았다(p<0.05). 된장의 발효중 지방의 분해와 밀접한 산가는 발효가 진행되면서 증가되어 8주경에 최고에 달했고, 호박고구마에 비하여 밤고구마를 혼합한 된장에서 조금 높았다. Joo 등은(7) 된장의 산가는 발효기간 중 10-20 mg/g 수준으로 발효가 빠를수록 산가의 변화는 심하였으며 채래식 메주된장보다 개량식으로 제조한 된장이 산가가 낮아 좋지 않은 냄새가 적었다고 보고 한 바 있다.

산화환원전위와 수분활성도

된장의 발효 중 산화환원전위(ORP)와 수분활성도의 변

화는 Fig. 2와 같이 ORP는 발효가 진행되면서 12주까지 저하되었고, 저하정도는 발효 2주인 초기와 후기인 12주에 심하였으나 시험구간의 차이는 없었다. 발효 중에 ORP가 -200 mV 이하로 저하되면 호기성 세균의 증식이 억제되어 혐기성균의 증식조건이 유리하게 되나(28), 본 실험 된장의 경우 ORP가 발효 전 기간 동안 호기성 세균의 생육을 억제하는 수준으로 저하되지는 않았다. 그러나 밀가루 *koji*만을 사용한 저식염 된장의 경우 발효중에 ORP가 -200 mV 이하였던 보고(10)와는 차이가 있었는데 이는 담금시 청국장 *koji*를 국균 *koji*와 1:1의 비율로 혼합하였기 때문이었던 것으로 판단되었다. 수분활성도는 발효 8주까지 감소하였다. 이를 Table 6의 수분량과 비교하여 보면 발효가 진행되면서 수분량이 증가하였음에도 불구하고 수분활성도가 저하되었는데 이는 발효 중에 원료성분이 분해되어 저분자화됨에 따라 수분량의 증가에 비하여 용질의 몰분율을 증가비율이 높았기(27) 때문인 것으로 판단되었다.

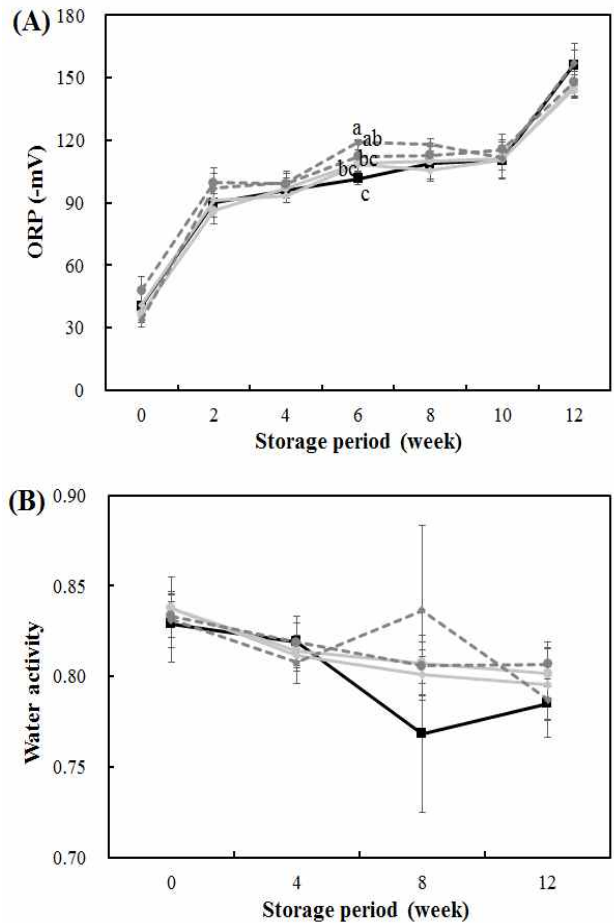


Fig. 2. Changes in oxidation-reduction potential and water activity of *Doenjang* during fermentation at 20°C.

— Control — SYM4 — SYM8 - - - YWM4 - - - YWM8
 SYM, *Shinyulmi* sweet potato added *Doenjang*, YWM, *Yeonwhangmi* sweet potato added *Doenjang*.

환원당과 알코올

된장 발효 중 전분질의 분해로 생성되는 환원당의 변화는 Fig. 3과 같다. 소맥분을 전분질원으로 사용한 대조구는 6주까지 환원당이 증가하여 9.24%로 최고에 달하였고 그 이후에 감소하였다. 고구마를 이용한 경우 밤고구마는 2주, 호박고구마는 4주까지 환원당이 증가하였으나 그 이후에는 감소하여 12주 발효 후에는 밤고구마 8% 첨가 된장은 6.27%, 호박고구마 8% 첨가구는 6.60%로 대조구의 7.91%에 비하여 낮았다. 전분질의 분해로 생성되는 환원당이 발효 중에 감소하는 것은 생성된 환원당이 미생물 증식 또는 유기산, 알코올 발효의 기질로 이용되기 때문이다. 한편 소맥분을 이용한 개량식 된장(6)의 경우 *koji* 배합비에 따라 환원당은 10-30일 사이에 7.71-9.96%로 최고에 달했고, 주 등(8)은 *koji*의 종류에 따라 된장의 환원당 함량은 차이가 있어 발효 20일에 7.17-13.11%로 최고에 달했다고 보고하여 *koji*의 종류와 배합비에 따라 차이(10)가 있었다. 알코올 함량은 배합과정에서 휘발되어 담금 직후에 2.70-2.84%이었으며 발효 2주에 조금 증가하였으나 그 이

후에는 서서히 감소하여 12주 발효 후에는 2.15-2.28%로 저하되었다. 이러한 경향은 *koji*의 종류를 달리한 된장에서 알코올은 발효 중에 증가하여 40일에 0.26-3.42%로 실험구에 따라 현저한 차이를 보였던 보고(8)와는 차이가 있었는데, 이는 된장 담금시 3% 알코올을 혼합한 관계로 효모의 생육이 부분적으로 억제되어 상대적으로 알코올 생성이 적었던 것으로 판단되었다.

질소성분

된장 발효 과정중 구수한 맛 성분과 밀접한 관계가 있는 아미노산성 질소의 변화는 Fig. 4와 같이 담금 직후 0.06-0.07%이었던 것이 발효가 진행되면서 증가되어 10주에는 0.29-0.33%로 증가하였고 그 이후에는 감소하였다. 이러한 결과는 제국원료를 달리한 개량식 된장의 아미노산성 질소가 발효 중에 증가하여 60일과 90일에 각각 262-320 mg%(22)와 304-487 mg%(6) 범위이었던 보고와 유사한 경향이었다. 또한 Park 등(12)은 된장의 아미노산성 질소는 *koji*의 사용균주에 따라 다르며 *koji* 된장이 재래식이나

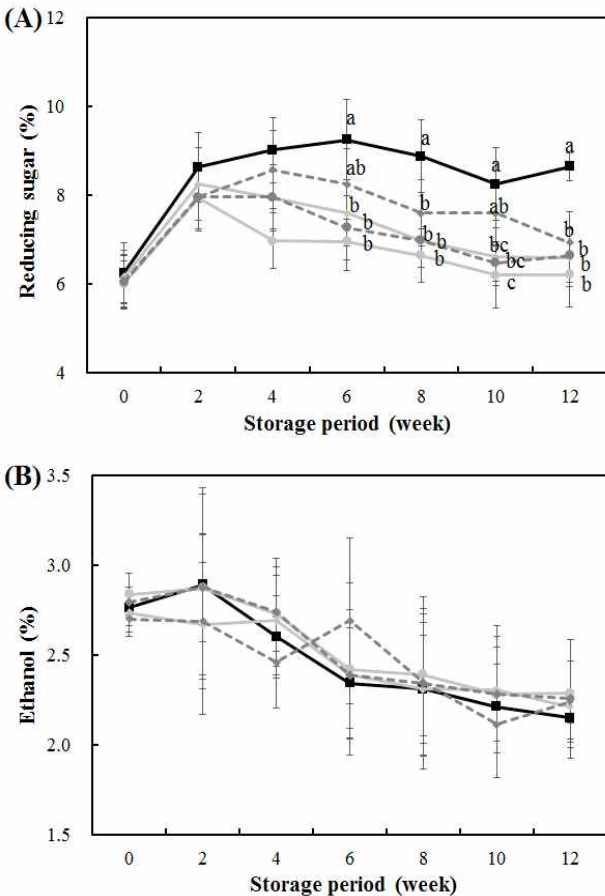


Fig. 3. Changes in reducing sugar and ethanol contents of *Doenjang* during fermentation at 20°C.

—■— Control —○— SYM4 —●— SYM8 —◆— YWM4 —◇— YWM8
 SYM, *Shinyulni* sweet potato added *Doenjang*, YWM, *Yeonwhangmi* sweet potato added *Doenjang*.

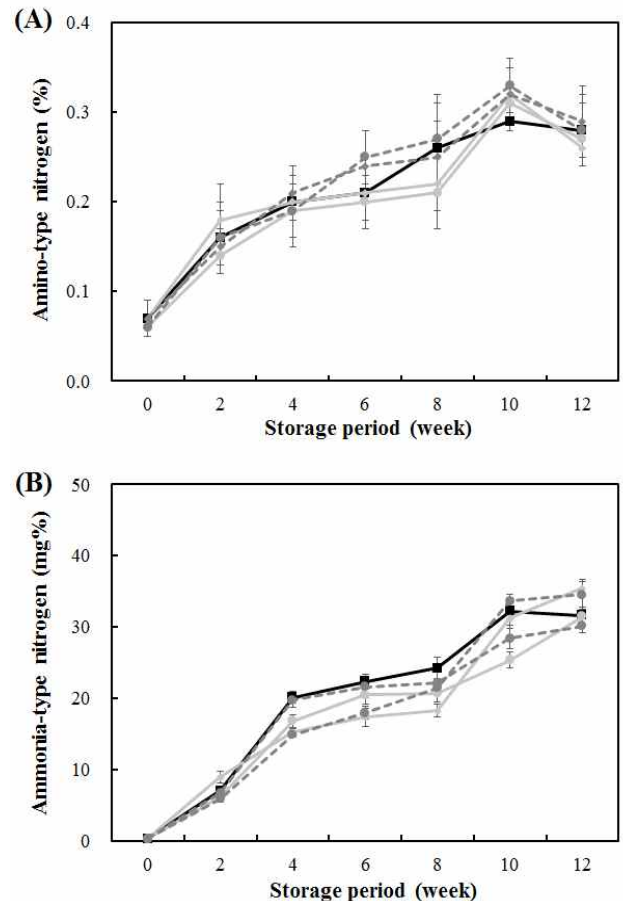


Fig. 4. Changes in amino and ammonia type nitrogen contents of *Doenjang* during fermentation at 20°C.

—■— Control —○— SYM4 —●— SYM8 —◆— YWM4 —◇— YWM8
 SYM, *Shinyulni* sweet potato added *Doenjang*, YWM, *Yeonwhangmi* sweet potato added *Doenjang*.

natto 된장에 비하여 아미노산성 질소의 함량은 높았다고 보고한 바 있다. 시험구간에는 고구마를 혼합한 된장이 대조구에 비하여 총질소 함량이 적었음에도 불구하고 아미노산성 질소 함량에서는 차이가 없었다. 암모니아성 질소는 담금 초 0.28 mg%이었으나 발효가 진행되면서 단백질의 분해로 증가되어 대조구의 10주를 제외하고는 12주에 30.12-35.61 mg%로 증가하였고, 근소하지만 고구마를 혼합한 된장이 소맥분을 이용한 대조구에 비하여 발효 후기에 암모니아성 질소의 생성이 높아지는 경향이였다. 따라서 개량식 된장의 경우 발효 60-70일 경에 암모니아성 질소는 44-90 mg%로 최고함량을 보였던 Park 등(6)과 발효 90일에 79-107 mg%로 최고에 달하였던 Kim 등(13)의 보고에 비하여 암모니아성 질소는 낮은 편이었다. 이러한 결과는 본 실험 된장의 경우 알코올을 3% 첨가하여 된장을 담았기 때문에 발효중 품질에 좋지 않은 영향을 주는 암모니아성 질소의 생성이 억제되었던 것으로 판단되었다.

관능검사

12주 발효숙성 된 된장의 관능평가 결과는 Table 7과 같이 맛은 밤고구마를 8% 혼합한 된장이 대조구나 호박고구마 혼합 된장에 비하여 유의적($p<0.05$)으로 좋았으며 다음으로 밤고구마 4% 혼합 된장이 좋은 평가를 받았다. 색은 유의성은 없으나 밤고구마 4%, 8% 혼합 된장이 대조구나 호박고구마 혼합 된장에 비하여 양호하였는데, 이는 Table 5에서 12주 숙성 후 밤고구마 혼합구가 L과 a, b 값이 높았던 결과에 기인한다. 향기는 밤고구마 8% 혼합구가 호박고구마 혼합구에 비하여 유의적으로 좋아($p<0.05$), 전체적인 기호도는 밤고구마 8% 혼합구가 대조구나 호박고구마 혼합 된장에 비하여 유의적 양호하였다($p<0.05$). 따라서 고구마를 이용한 된장의 제조는 호박고구마보다는 밤고구마가 유리하여, 소맥분의 일부를 밤고구마로 대체하면 관능적으로 우수한 것으로 판단되었다.

Table 7. Result of sensory evaluation of *Doenjang* aged for 12 weeks

<i>Doenjang</i> ¹⁾	Taste	Color	Flavor	Overall acceptability
Control	4.53±1.17 ^{2)bc3)}	4.90±1.40	4.80±1.22 ^{ab}	4.50±1.23 ^b
SYM4	5.10±1.16 ^{ab}	5.27±0.94	4.77±1.01 ^{ab}	5.03±0.81 ^{ab}
SYM8	5.53±1.07 ^a	5.20±1.23	5.27±1.08 ^a	5.40±1.07 ^a
YWM4	4.73±1.23 ^b	4.83±0.83	4.47±1.28 ^b	4.67±0.92 ^b
YWM8	4.60±1.57 ^b	4.90±1.37	4.43±1.38 ^b	4.70±1.37 ^b

¹⁾SYM, *Shinyulmi* sweet potato added *Doenjang*, YWM, *Yeonwhangmi* sweet potato added *Doenjang*.

²⁾Values are mean±SD.

³⁾Means with the same letter in column are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

요 약

된장 담금시 소맥분의 일부를 고구마로 대체하여 고구마가 된장의 이화학적 품질 특성에 미치는 영향을 비교하였다. 된장의 효모수는 발효 4주 이후에 감소하였고, 호기성 세균은 발효 후기에 증가하였다. Amylase 활성은 발효 8주 이후에 증가하였고, 발효 중에 산성 protease는 감소하였으나 중성 protease는 높은 활성을 유지하였다. 색도는 발효중 L 값과 b 값은 저하하였으나 a 값은 증가하였다. 된장의 pH는 발효 10주까지 저하하였고 적정산도는 고구마 혼합구에서 낮았다. 산가는 밤고구마 혼합 된장에서 높았으며, 발효가 진행되면서 된장의 수분활성도와 산화환원전위는 저하되었으나 시험구간의 차이는 없었다. 환원당은 발효 2-6주 이후에 감소하여 고구마 혼합구에서 낮았고, 알코올은 2주 이후에 서서히 감소하였다. 된장의 아미노산성과 암모니아성 질소는 발효 중에 증가되어 각각 10주와 12주에 최고에 달했다. 12주 발효된 된장의 기호도는 맛과 향기, 전체적인 기호도에서 밤고구마 8% 혼합구가 대조구나 호박고구마 혼합구에 비하여 유의적으로 양호하였다 ($p<0.05$).

References

- Lee KI, Moon RJ, Lee SJ, Park KY (2001) The quality assessment of *Doenjang* added with Japanese apricot, garlic and ginger, and *Samjang*. Korean J Soc Food Cook Sci, 17, 472-477
- Rhee CH, Lee JB, Jang SM (2000) Changes of microorganism, enzyme activity and physiological functionality in the traditional *Doenjang* with various concentrations of *Lentinus edodes* during fermentation. J Korean Soc Agri Chem Biotechnol, 43, 277-284
- Jung BM, Roh SB (2004) Physicochemical quality comparison of commercial *Doenjang* and traditional green tea *Doenjang*. J Korean Soc Food Sci Nutr, 33, 132-139
- Ku KH, Choi EJ, Park WS (2009) Quality characteristics of *Doenjang* added with red pepper (*Capsicum annuum* L.) seed. J Korean Soc Food Sci Nutr, 38, 1587-1594
- Kim ZU, Hur BS, Park WP (1989) Utilization of soymilk residue for barley *Doenjang*. J Korean Agric Chem Soc, 32, 91-97
- Park SO, Lee TS (1985) Effect of raw materials and volume of *Koji* on the quality of soy bean paste. J Seoul Woman's University, 14, 437-454
- Joo HK, Oh KT, Kim DH (1992) Effects of mixture

- of improved *Meju*, Korean traditional *Meju* and *Natto* on soybean paste fermentation. J Korean Agric Chem Soc, 35, 286-293
8. Joo HK, Kim DH, Oh KT (1992) Chemical composition changes in fermented *Doenjang* depend on *Doenjang Koji* and its mixture. J Korean Agric Chem Soc, 35, 351-360
 9. Kim EY, Rhyu MR (2000) The chemical properties of *Doenjang* prepared by *Monascus koji*. Korean J Food Sci Technol, 32, 1114-1121
 10. Lee S, Kim DH (2012) Changes in physicochemical properties of low-salt *Doenjang* during fermentation. Korean J Food Sci Technol, 44, 592-599
 11. Jeong MW, Jeong JK, Kim SJ, Park KY (2013) Fermentation characteristics and increased functionality of *Doenjang* prepared with bamboo salt. J Korean Soc Food Sci Nutr, 42, 1915-1923
 12. Park JS, Lee MY, Kim JS, Lee TS (1994) Compositions of nitrogen compound and amino acid in soybean paste (*Doenjang*) prepared with different microbial sources. Korean J Food Sci Technol, 26, 609-615
 13. Kim JH, Yoo JS, Lee CH, Kim SY, Lee SK (2006) Quality properties of soybean pastes made from *Meju* with mold producing protease isolated from traditional *Meju*. J Korean Soc Appl Biol Chem, 49, 7-14
 14. Eum BW, Kwak BY, Kim SY, Shon DH, Lee KH (2003) Enhancement of chitooligosaccharides in *Doenjang* (soybean paste) and *Kanjang* (soy sauce) using *Bacillus subtilis Koji* and *Rhizopus oryzae Koji*. Korean J Food Sci Technol, 35, 291-296
 15. Kwon DJ, Kim YJ, Kim HJ, Hong SS, Kim HK (1998) Changes of color in *Doenjang* by different browning factors. Korean J Food Sci Technol, 30, 1000-1005
 16. Kim ND (1996) Study on the browning and its inhibition in soybean paste (*Doenjang*). Ph D Thesis, Konkuk University, Seoul, Korea, p 1-116
 17. Kwak EJ, Lim SI (2003) Effect of addition time of antibrowning agents on browning and fermentation characteristics in *Doenjang*. J Korean Soc Food Sci Nutr, 32, 495-500
 18. Kim JS, Choi SH, Lee SD, Lee GH, Oh MJ (1999) Quality changes of sterilized soybean paste during its storage. J Korean Soc Food Sci Nutr, 28, 1069-1075
 19. Han JS (2004) Preparation of mixed beverages for breakfast made primarily with the hydrolysate of sweet potato and its quality characteristics. Korean J Soc Food Cook Sci, 20, 271-278
 20. Jeong BC, Ahn YS, Chung MN, Lee JS, Oh YH (2002) Current status and prospect of quality evaluation in sweet potato. Korean J Crop Sci, 47, 124-134
 21. Oh HE, Hong JS (2008) Quality characteristics of *Sulgidduk* added with fresh sweet potato. Korean J Food Cook Sci, 24, 501-510
 22. Bae JO, Lee KJ, Park JS, Choi DS (2012) Preparation of sweet potato *Doenjang* using colored sweet potato. Korean J Food Nutr, 25, 527-537
 23. Park SJ, Kim DH (2007) Effect of combined use of various anti-microbial materials on brewing of low salted *Kochujang*. J Korean Soc Appl Biol Chem, 50, 287-294
 24. Fuwa H (1954) A new method for microdetermination of amylase activity by the use of amylose as the substrate. J Biochem, 41, 583-603
 25. Anson ML (1938) The estimation of pepsin, trypsin, papain, and cathepsin with hemoglobin. J Gen Physiol, 22, 79-89
 26. Official Methods of Miso Analysis (1968) Institute of Miso Technologists, Tokyo, Japan, p 1-34
 27. Kim DH, Lee JS (2001) Effect of condiments on the physicochemical characteristics of traditional *Kochujang* during fermentation. Korean J Food Sci Technol, 33, 353-360
 28. James MJ (2000) Modern Food Microbiology. 6th ed, APAC, Las Vegas, NV, USA, p 45-47